

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

10/529268
Rec'd PCTO 25 MAR 2005

529268

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/031428 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C22C 38/00,
38/12, C21D 7/13

(74) Anwälte: HOFFMANN EITLE usw.; Arabellastrasse 4,
81925 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009893

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. September 2003 (05.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
02021820.2 27. September 2002 (27.09.2002) EP

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): CARL DAN. PEDDINGHAUS GMBH & CO. KG
[DE/DE]; Mittelstrasse 64, 58256 Ennepetal (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): ARNDT, Johannes
[DE/DE]; Zum Stadion 69, 40764 Langenfeld (DE).
MROS, Thomas [DE/DE]; Fuhrstrasse 5, 58256 Ennepetal (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: STEEL COMPOSITION AND PARTS FORGED BY A FORGING DIE

(54) Bezeichnung: STAHLZUSAMMENSETZUNG UND DARAUS HERGESTELLTE GESENKSMIEDETEILE

(57) Abstract: The invention relates to a steel composition, comprising the following components : C: 0.12-0.45 wt. % Si; 0.10-1.00 wt. % Mn; 0.50-1.95 wt. % S; 0.005-0.060 wt. % Al; 0.004-0.050 wt. % Ti; 0.004-0.050 wt. % Cr; 0-0.60 wt. % Ni; 0-0.60 wt. % Co; 0-0.60 wt. % W; 0-0.60 wt. % B; 0-0.01 Mo; 0-0.60 wt. % Cu; 0-0.60 wt. % Nb; 0-0.050 wt. % V; 0.10-0.40 wt. % N; 0.015-0.040 wt. % remaining: Fe and unavoidable impurities with the proviso that: 1) wt. % V x wt. % N = 0.0021 0.0120 2) 1.6 x wt. % S + 1.5 x wt. % Al + 2.4 x wt. % Nb + 1.2 x wt. % Ti = 0.035 0.140 3) 1.2 x wt. % Mn + 1.4 x wt. % Cr + 1.0 x wt. % Ni + 1.1 x wt. % Cu + 1.8 x wt. % Mo = 1.00 3.50. The steel composition is highly suitable for use in the production of highly resistant, highly tenacious parts forged by a forging die without terminal quenching, which can be used as chassis parts for passenger cars and commercial vehicles.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stahlzusammensetzung, umfassend die folgenden Bestandteile in Gewichtsprozent: C : 0,12-0,45 Si : 0,10-1,00 Mn: 0,50-1,95 S : 0,005-0,060 Al : 0,004-0,050 Ti : 0,004-0,050 Cr : 0-0,60 Ni : 0-0,60 Co: 0-0,60 W : 0-0,60 B : 0-0,01 Mo: 0-0,60 Cu: 0-0,60 Nb: 0-0,050 V : 0,10-0,40 N : 0,015-0,040 Rest : Fe und unvermeidbare Verunreinigungen mit den Maßgaben: 1) Gew%V x Gew%N = 0,0021 bis 0,0120 2) 1,6xGew%S + 1,5xGew%Al + 2,4xGew%Nb + 1,2xGew%Ti = 0,035 bis 0,140 3) 1,2xGew%Mn + 1,4xGew%Cr + 1,0xGew%Ni + 1,1xGew%Cu + 1,8xGew%Mo = 1,00 bis 3,50 Die Stahlzusammensetzung ist hervorragend geeignet zur Herstellung von Gesenkschmiedeteilen mit hoher Festigkeit und hoher Zähigkeit ohne Schlussvergütung, so dass diese als Fahrwerksteile für Personenkraftwagen und sogar Nutzfahrzeuge einsetzbar sind.

WO 2004/031428 A1

Stahlzusammensetzung und daraus hergestellte Gesens Schmiedeteile

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine neue Stahlzusammensetzung, daraus hergestellte Gesens Schmiedeteile, Verfahren zur Herstellung der Gesens Schmiedeteile und ihre Verwendung als Fahrwerksteile für Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge.

Geschmiedete Fahrwerkskomponenten für Kraftfahrzeuge sind sicherheitsrelevante Teile, für die neben einer hohen Festigkeit auch eine hohe Zähigkeit (charakterisiert z.B. durch die Kennwerte Bruchdehnung, Brucheinschnürung, Kerbschlagzähigkeit) gefordert wird. Deshalb wurden bis in die 1980er Jahre diese Komponenten fast ausnahmslos nach der Warmformgebung einer aufwendigen abschließenden Wärmebehandlung (Vergüten) unterzogen. In den 80er Jahren wurden dann die "Ausscheidungshärtenden Ferritisch-Perlitischen Stähle" (AFP-Stähle) entwickelt, bei denen die Festigkeitskennwerte ohne abschließende Wärmebehandlung durch Karbonitrid-Ausscheidungen in der ferritisch-perlitischen Stahlmatrix erreicht werden. Der Einsatz dieser Stähle ist heute bei geschmiedeten Stahlkomponenten für PKW-Fahrwerksteile die Regel. Bei der Verarbeitung dieser Stähle ist wichtig, die Temperaturführung so einzustellen, dass die Umwandlung des Stahls und die Ausscheidung der Karbonitride optimal aufeinander abgestimmt sind.

Bei Nutzfahrzeugen (NFZ) werden sicherheitsrelevante Fahrwerkskomponenten wie z.B. Achsschenkel bis heute nahezu ausschließlich aus Vergütungsstählen hergestellt, d.h. mit der aufwendigen abschließenden Wärmebehandlung. Dafür können folgende Gründe genannt werden:

Eine höhere Belastung der NFZ-Teile und deshalb eine höhere spezifizierte Festigkeit bei gleichzeitig geforderter höherer

Zähigkeit des Werkstoffes. Insbesondere wird häufig die Erfüllung von Spezifikationen verlangt, die zu garantierende Kerbschlagzähigkeitswerte enthalten. Dies ist mit den heute auf dem Markt befindlichen AFP-Stählen entsprechender Festigkeit nicht möglich.

Aufgrund der wesentlich höheren Masse der NFZ-Teile kühlen diese deutlich anders von der Warmformgebungstemperatur ab als PKW-Teile. Da die Temperaturführung entscheidenden Einfluß auf die erreichbaren mechanischen Kennwerte hat (s.o.), können mit den heute verfügbaren AFP-Stählen an NFZ-Teilen selbst die bei PKW-Teilen üblichen niedrigeren mechanischen Kennwerte meist nicht realisiert werden.

Eine in den vergangenen Jahren verfolgte werkstofftechnische Entwicklungsrichtung im NFZ-Fahrwerksbereich hatte das Ziel, durch eine Direktvergütung niedrig gekohlter Stähle aus der Umformwärme ohne nachfolgendes Anlassen eine untere bainitische Gefügestruktur einzustellen und so die teure Schlussvergütung einzusparen (s. DE-PS 36 28 264 A1, DE-PS 41 24 704 A1, US-PS 5,660,648). Problematisch ist bei dieser Technologie jedoch das niedrige Streckgrenzenverhältnis, die relativ geringe Dauerfestigkeit und die Inhomogenität der Eigenschaften sowie eine verstärkte Verzugsneigung. Sie hat sich im Bereich der sicherheitsrelevanten Fahrwerksteile für NFZ nicht durchgesetzt.

Auf dem Gebiet der AFP-Stähle mit ferritisch-perlitischer Struktur wurden einige Entwicklungsarbeiten mit dem Ziel einer Verbesserung der Zähigkeit durchgeführt, um diese Stahlgruppe auch im NFZ-Fahrwerksbereich einsetzen zu können (s. Hertogs, J.A.; Ravenshorst, H; Richter, K.E.; Wolff, J.: Neuere Anwendungen der ausscheidungshärtenden ferritisch-perlitischen Stähle für geschmiedete Bauteile im Motor und Fahrwerk. Konferenz "Stahl im Automobilbau", Würzburg, 24.-26.9.1990; und Huchtemann, B.; Schüler, V.: Entwicklungsstand der ausscheidungshärtenden ferritisch-perlitischen (AFP-)

Stähle mit Vanadium. Stahl 2/1992, S.36-41). Dabei wurden z.B. durch eine Absenkung der Umformtemperatur leichte Verbesserungen erzielt. Da aber das Formfüllungsverhalten bei abgesenkten Umformtemperaturen deutlich schlechter ist und darüber hinaus der Werkzeugverschleiß drastisch ansteigt, war diese Variante für einen betrieblichen Einsatz nicht geeignet.

Eine weitere Variante setzte auf Titan-Legierungszusätze zur Kornfeinung und daraus folgend zur Zähigkeitsverbesserung. Das Problem dabei war, dass die Kornfeinung durch Titannitride erreicht wurde. Dadurch wurde der zur Festigkeitssteigerung benötigte Stickstoff abgebunden. Die Folge war eine im Vergleich zu Vergütungsstählen weit unterlegene Festigkeit.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, eine Stahlzusammensetzung für AFP-Stähle zur Herstellung von Gesenkschmiedeteilen bereitzustellen, die ohne eine zusätzliche Wärmebehandlung eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig hoher Zähigkeit in diesen Bauteilen aufweist, so dass sie als Fahrwerksteile auch für NFZ einsetzbar sind.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Stahlzusammensetzung, die die folgenden Bestandteile in Gewichtsprozent umfasst:

C	:	0,12-0,45
Si	:	0,10-1,00
Mn	:	0,50-1,95
S	:	0,005-0,060
Al	:	0,004-0,050
Ti	:	0,004-0,050
Cr	:	0-0,60
Ni	:	0-0,60
Co	:	0-0,60
W	:	0-0,60

B : 0-0,01
Mo : 0-0,60
Cu : 0-0,60
Nb : 0-0,050
V : 0,10-0,40
N : 0,015-0,040

Rest : Fe und unvermeidbare Verunreinigungen

mit den Maßgaben:

- 1) $\text{Gew\%V} \times \text{Gew\%N} = 0,0021 \text{ bis } 0,0120$
- 2) $1,6 \times \text{Gew\%S} + 1,5 \times \text{Gew\%Al} + 2,4 \times \text{Gew\%Nb} + 1,2 \times \text{Gew\%Ti} = 0,035$
bis 0,140
- 3) $1,2 \times \text{Gew\%Mn} + 1,4 \times \text{Gew\%Cr} + 1,0 \times \text{Gew\%Ni} + 1,1 \times \text{Gew\%Cu} +$
 $1,8 \times \text{Gew\%Mo} = 1,00 \text{ bis } 3,50$

Ein zentraler Punkt der Erfindung ist, daß die notwendige Zähigkeitsverbesserung durch eine Absenkung des Kohlenstoffgehaltes im Stahl erreicht wird, verglichen mit den heute auf einer gegebenen Festigkeitsstufe üblichen Konzentrationen. Der nach dem Stand der Technik durch diese Maßnahme zu erwartende Festigkeitsverlust wird erfindungsgemäß durch die spezielle Kombination der übrigen Bestandteile nicht nur vollständig eliminiert sondern sogar überkompensiert. Wesentliche Faktoren, die für die hohe Festigkeit trotz Absenkung des Kohlenstoffgehaltes verantwortlich sind, sind insbesondere:

- Ein Vanadium-Gehalt von 0,10 Gew% bis 0,40 Gew% und ein Stickstoffgehalt von 0,015 Gew% bis 0,040 Gew%, wobei erfindungsgemäß folgende Bedingung einzuhalten ist:

$\text{Gew\%V} \times \text{Gew\%N} = 0,0021 \text{ bis } 0,0120;$
bevorzugt $\text{Gew\%V} \times \text{Gew\%N} = 0,0028 \text{ bis } 0,0060.$

- Ein abgestimmtes Verhältnis der Mikrolegierungselemente Ti, Al und Nb mit dem Schwefel, wobei erfindungsgemäß folgende Bedingung einzuhalten ist:

$$1,6x\text{Gew}\%S + 1,5x\text{Gew}\%Al + 2,4x\text{Gew}\%Nb + 1,2x\text{Gew}\%Ti = 0,035 \text{ bis } 0,140;$$

$$\text{bevorzugt } 1,6x\text{Gew}\%S + 1,5x\text{Gew}\%Al + 2,4x\text{Gew}\%Nb + 1,2x\text{Gew}\%Ti = 0,040 \text{ bis } 0,080.$$

- Ein abgestimmtes Verhältnis der Mischkristallverfestigenden Legierungselemente, wobei erfindungsgemäß folgende Bedingung einzuhalten ist:

$$1,2x\text{Gew}\%Mn + 1,4x\text{Gew}\%Cr + 1,0x\text{Gew}\%Ni + 1,1x\text{Gew}\%Cu + 1,8x\text{Gew}\%Mo = 1,00 \text{ bis } 3,50;$$

$$\text{bevorzugt } 1,2x\text{Gew}\%Mn + 1,4x\text{Gew}\%Cr + 1,0x\text{Gew}\%Ni + 1,1x\text{Gew}\%Cu + 1,8x\text{Gew}\%Mo = 1,65 \text{ bis } 2,80.$$

Die oben beschriebene Stahlzusammensetzung eignet sich hervorragend zur Herstellung von Gesenkschmiedeteilen, die als Fahrwerksteile, wie z.B. Achsschenkel, für Personenkraftwagen oder Nutzfahrzeuge verwendet werden können.

Die erfindungsgemäßen Gesenkschmiedeteile werden über ein Verfahren hergestellt, das die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Erwärmen des Vormaterials aus einer Stahlzusammensetzung wie oben definiert auf eine Temperatur von 1000 bis 1300 °C;
- (b) Umformen des Vormaterials aus Schritt (a) durch Verschmieden;

- (c) Abkühlen des in Schritt (b) erhaltenen Gesenkschmiedeteiles auf Raumtemperatur, wobei in dem Temperaturbereich bis 580 °C die Kühlrate mindestens 0,2 °C/s beträgt.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren wird im folgenden in bezug auf einzelne Herstellungsschritte näher beschrieben.

Zunächst wird in einem Schritt (a) ein aus der erfindungsgemäßen Stahlzusammensetzung hergestelltes Vormaterial in einer handelsüblichen Geometrie, z.B. Langstahl, auf 1000 bis 1300 °C erwärmt. Das Material wird in diesem Temperaturbereich mindestens solange gehalten, bis sich ein homogenes austenitisches Gefüge gebildet hat. Gewöhnlich beträgt die Dauer 5 bis 10 min. Wenn das Gesenkschmiedeteil als Fahrwerksteil für Nutzfahrzeuge verwendet werden soll, ist es bevorzugt, dass das Vormaterial eine Masse von mehr als 15 kg aufweist. Für Gesenkschmiedeteile, die als Fahrwerksteile in Personenkraftwagen eingesetzt werden, wird gewöhnlich ein Vormaterial mit einer Masse zwischen 5 und 14 kg verwendet.

In Schritt (b) wird das Vormaterial in einem üblichen Umformprozess mit einem oder mehreren Umformschritten durch Verschmieden in die gewünschte Form umgeformt. Vorzugsweise erfolgt der Umformprozess in Schritt (b) unmittelbar nach der Erwärmung des Vormaterials in Schritt (a), so dass das Vormaterial während seiner Umformung eine Temperatur im Bereich von 950 und 1250 °C aufweist.

In Schritt (c) wird das in Schritt (b) erhaltene Gesenkschmiedeteil auf Raumtemperatur abgekühlt. Dabei beträgt die Kühlrate bis zu einer Temperatur von 580 °C mindestens 0,2 °C/s.

Durch die Kühlrate lassen sich die mechanischen Eigenschaften des Gesenkschmiedeteils je nach Anforderung definiert einstellen.

Die Kühlrate bei der Abkühlung der Gesenkschmiedeteile aus dem erfindungsgemäßen Stahl auf 580 °C wird vorzugsweise im Bereich von 0,2 bis 6 °C/s gewählt. Noch bevorzugter ist eine Kühlrate im Bereich von 0,2 bis 0,6 °C/s. Dies entspricht der Abkühlung von schweren NFZ-Teilen an ruhender Luft. Dies hat den Vorteil, dass das NFZ-Gesenkschmiedeteil aus Schritt (b) lediglich durch Stehen lassen an der Luft abgekühlt werden kann.

Im Hinblick auf die Erzielung von besonders hohen Festigkeits- und Zähigkeitswerten, wie sie bei Fahrwerksteilen für Nutzfahrzeuge gefordert sind, ist eine Kühlrate bis 580 °C von 0,7 °C/s bis 6 °C/s besonders bevorzugt. Die Einstellung einer Kühlrate in diesem Bereich erfolgt für NFZ-Teile mit einer Masse von über 15kg z.B. mittels einer Wasserkühlstrecke, die hinsichtlich der Anzahl der aktiven Wasserdüsen und deren Ausrichtung sowie hinsichtlich des Druckes und der Durchflussmenge flexibel ist.

Für die leichteren PKW-Teile aus dem erfindungsgemäßen Stahl gelten die gleichen Zusammenhänge zwischen Kühlrate und Eigenschaften. Aufgrund der geringeren Masse von PKW-Teilen ist zur Einstellung der Kühlrate im Unterschied zu den NFZ-Teilen nur dann eine beschleunigte Kühlung erforderlich, wenn die Kühlrate in der oberen Hälfte des angegebenen Bereiches liegen soll. Kühlraten von etwa 0,7 bis etwa 2,0 °C/s stellen sich bereits bei Kühlung an ruhender Luft automatisch ein.

Die Kühlrate unterhalb von 580 °C kann beliebig gewählt werden und hat im Hinblick auf die Festigkeit und Zähigkeit des erhaltenen Gesenkschmiedeteils keinen Einfluss.

Das erfindungsgemäß hergestellte Gesenkschmiedeteil weist nach dem Abkühlen von der Umformwärme die folgenden mechanischen Eigenschaften auf:

-Zugversuch nach DIN EN 10002 bei Raumtemperatur:

Streckgrenze: $R_{p0.2} \geq 540$ MPa, bevorzugt 540-850 MPa

Zugfestigkeit: $R_m \geq 700$ MPa, bevorzugt 700-1100 MPa

Bruchdehnung: $A_5 \geq 10$ %, bevorzugt 10-16 %

Brucheinschnürung: $Z \geq 20\%$, bevorzugt 20-50 %

-Kerbschlagbiegeversuch an ISO-U-Proben gemäß DIN EN 50115:

Kerbschlagarbeit: $Av(RT) \geq 30$ J, bevorzugt 30-70 J

Kerbschlagarbeit: $Av(-20^\circ C) \geq 10$ J, bevorzugt 10-25 J

Ein Gesenkschmiedeteil, das nach dem besonders bevorzugten Verfahren hergestellt ist, kann, abhängig von der gewählten Kühlrate, die folgenden mechanischen Kennwerte aufweisen.

$R_{p0.2} = 580-680$ MPa

$R_m = 800-900$ MPa

$A_5 = 14-16$ %

$Z = 35-50$ %

$Av(RT) = 30-40$ J

$Av(-20^\circ C) = 10-20$ J.

Ebenso sind nach dem besonders bevorzugten Verfahren Gesenkschmiedeteile mit den folgenden Eigenschaften herstellbar:

$R_{p0.2} = 800-850$ MPa

$R_m = 1050-1100$ MPa

$A_5 = 10-12$ %

$Z = 20-30$ %

Durch die obigen Eigenschaften wird deutlich, dass die erfindungsgemäßen Gesenkschmiedeteile nach Abkühlen von der Umformwärme im Vergleich zum Stand der Technik eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig hoher Zähigkeit aufweisen. Daher

sind die erfindungsgemäßen Gesenkschmiedeteile als sicherheitsrelevante Fahrwerkskomponenten, wie z.B. Achsschenkel, für Personenkraftwagen und sogar für Nutzfahrzeuge einsetzbar.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

Verwendung eines Stahls mit folgender chemischer Zusammensetzung:

C: 0,14 Gew%
Si: 0,40 Gew%
Mn: 1,00 Gew%
S: 0,020 Gew%
Al: 0,035 Gew%
Ti: 0,015 Gew%
Nb: 0,005 Gew%
Cr: 0,45 Gew%
Ni: 0,10 Gew%
Cu: 0,15 Gew%
Mo: 0,10 Gew%
V: 0,25 Gew%
N: 0,030 Gew%

Induktive Erwärmung des Stabstahls mit einer Querschnitt von 140mm² auf 1250 °C und halten des Stahls auf dieser Temperatur für 10 Minuten.

Verschmieden des Vierkantmaterials zu einem Achsschenkel mit 30 kg Masse in einer Vorstauchoperation, 2 Fertigformoperationen und einer Abgratoperation. Die Temperatur des Achsschenkels am Ende des Umformprozesses beträgt 1100 °C.

Abkühlen des Achsschenkels von 1100°C auf 580°C auf einer Kühlstrecke mit einer Kühlrate von 3,9°C/s.

Der Achsschenkel weist die folgenden gemäß DIN EN 10002 bei Raumtemperatur und DIN EN 50115 bestimmten mechanischen Eigenschaften auf:

$R_{p0.2} = 580 \text{ MPa}$,

$R_m = 750 \text{ MPa}$

$A_5 = 16\%$

$Z = 55\%$

$A_v(\text{Raumtemperatur}) = 50 \text{ J}$

$A_v(-20^\circ\text{C}) = 20 \text{ J}$

Beispiel 2

Verwendung eines Stahls mit folgender chemischer Zusammensetzung:

C: 0,37 Gew%

Si: 0,40 Gew%

Mn: 0,90 Gew%

S: 0,035 Gew%

Al: 0,015 Gew%

Ti: 0,035 Gew%

Nb: 0,010 Gew%

Cr: 0,10 Gew%

Ni: 0,50 Gew%

Cu: 0,20 Gew%

Mo: 0,10 Gew%

V: 0,28 Gew%

N: 0,032 Gew%

Induktive Erwärmung des Stabstahls mit einer Querschnitt von 140mm^2 auf 1250°C und halten des Stahls auf dieser Temperatur für 10 Minuten.

Verschmieden des Vierkantmaterials zu einem Achsschenkel mit 38 kg Masse in einer Vorstauchoperation, 2 Fertigform-

operationen und einer Abgratoperation. Die Temperatur des Achsschenkels am Ende des Umformprozesses beträgt 1150 °C.

Abkühlen des Achsschenkels von 1150 °C auf 580 °C an ruhender Luft mit einer Kühlrate von 0,5 °C/s.

Der Achsschenkel weist die folgenden gemäß DIN EN 10002 bei Raumtemperatur bestimmten mechanischen Eigenschaften auf:

$$R_{p0.2} = 700 \text{ MPa}$$

$$R_m = 1000 \text{ MPa}$$

$$A_5 = 12 \%$$

$$Z = 30 \%$$

Beispiel 3

Verwendung eines Stahls gemäß Beispiel 2

Erwärmung und Umformung des 38kg schweren Achsschenkels gemäß Beispiel 2.

Abkühlen des Achsschenkels von 1150°C auf 580°C auf einer Kühlstrecke mit einer Kühlrate von 1,8°C/s.

Der Achsschenkel weist die folgenden gemäß DIN EN 10002 bei Raumtemperatur bestimmten mechanischen Eigenschaften auf:

$$R_{p0.2} = 820 \text{ MPa}$$

$$R_m = 1080 \text{ MPa}$$

$$A_5 = 10 \%$$

$$Z = 20 \%$$

Patentansprüche

1. Stahlzusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, dass sie die folgenden Bestandteile in Gewichtsprozent umfasst:

C	:	0,12-0,45
Si	:	0,10-1,00
Mn	:	0,50-1,95
S	:	0,005-0,060
Al	:	0,004-0,050
Ti	:	0,004-0,050
Cr	:	0-0,60
Ni	:	0-0,60
Co	:	0-0,60
W	:	0-0,60
B	:	0-0,01
Mo	:	0-0,60
Cu	:	0-0,60
Nb	:	0-0,050
V	:	0,10-0,40
N	:	0,015-0,040

Rest : Fe und unvermeidbare Verunreinigungen
mit den Maßgaben:

- 1) $\text{Gew\%V} \times \text{Gew\%N} = 0,0021 \text{ bis } 0,0120$
 - 2) $1,6 \times \text{Gew\%S} + 1,5 \times \text{Gew\%Al} + 2,4 \times \text{Gew\%Nb} + 1,2 \times \text{Gew\%Ti} = 0,035$
bis 0,140
 - 3) $1,2 \times \text{Gew\%Mn} + 1,4 \times \text{Gew\%Cr} + 1,0 \times \text{Gew\%Ni} + 1,1 \times \text{Gew\%Cu} +$
 $1,8 \times \text{Gew\%Mo} = 1,00 \text{ bis } 3,50$
2. Gesenkschmiedeteil aus Stahl, dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl eine Zusammensetzung gemäß Anspruch 1 besitzt.

3. Verfahren zur Herstellung eines Gesenkschmiedeteils gemäß Anspruch 2, umfassend die Schritte
 - (a) Erwärmen des Vormaterials aus einer Stahlzusammensetzung gemäß Anspruch 1 auf eine Temperatur von 1000 bis 1300 °C;
 - (b) Umformen des Vormaterials aus Schritt (a) durch Verschmieden;
 - (c) Abkühlen des in Schritt (b) erhaltenen Gesenkschmiedeteils auf Raumtemperatur, wobei in dem Temperaturbereich bis 580 °C die Kühlrate mindestens 0,2 °C/s beträgt.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen in Schritt (c) bis zu einer Temperatur von 580 °C mit einer Kühlrate von 0,2 °C/s bis 0,6 °C/s erfolgt.
5. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen in Schritt (c) bis zu einer Temperatur von 580 °C mit einer Kühlrate von 0,7 °C/s bis 6 °C/s erfolgt.
6. Verwendung des Gesenkschmiedeteils, erhältlich durch das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, als Fahrwerksteil für Nutzfahrzeuge.
7. Verwendung des Gesenkschmiedeteils, erhältlich durch das Verfahren gemäß Anspruch 5, als Fahrwerksteil für PKW.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/09893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C22C38/00 C22C38/12 C21D7/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31 October 1995 (1995-10-31) -& JP 07 157824 A (NIPPON STEEL CORP), 20 June 1995 (1995-06-20) abstract; example 8; table 1 paragraphs '0032!', '0033! ---	1-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 11, 28 November 1997 (1997-11-28) -& JP 09 194999 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 29 July 1997 (1997-07-29) abstract; example 3; table 1 paragraph '0046! --- -/--	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 December 2003

Date of mailing of the international search report

29/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swiatek, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09893

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31 August 1995 (1995-08-31) -& JP 07 102340 A (NIPPON STEEL CORP), 18 April 1995 (1995-04-18) abstract; example 8; table 1 ---	1-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 093 (C-1029), 24 February 1993 (1993-02-24) -& JP 04 285118 A (NIPPON STEEL CORP), 9 October 1992 (1992-10-09) abstract; table 1 ---	1,2
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 07, 31 July 1996 (1996-07-31) -& JP 08 060236 A (KOBE STEEL LTD; MAZDA MOTOR CORP), 5 March 1996 (1996-03-05) abstract; example 17; table 1 ---	1
A	EP 0 648 853 A (NIPPON STEEL CORP) 19 April 1995 (1995-04-19) cited in the application the whole document ---	1-7
A	EP 1 051 531 A (ASCOMETAL SA) 15 November 2000 (2000-11-15) the whole document -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09893

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07157824	A	20-06-1995	NONE	
JP 09194999	A	29-07-1997	NONE	
JP 07102340	A	18-04-1995	JP 3261552 B2	04-03-2002
JP 04285118	A	09-10-1992	NONE	
JP 08060236	A	05-03-1996	NONE	
EP 0648853	A	19-04-1995	JP 3139876 B2	05-03-2001
			JP 6287679 A	11-10-1994
			DE 69418565 D1	24-06-1999
			DE 69418565 T2	14-10-1999
			EP 0648853 A1	19-04-1995
			US 5660648 A	26-08-1997
			WO 9423085 A1	13-10-1994
EP 1051531	A	15-11-2000	FR 2774098 A1	30-07-1999
			AT 204924 T	15-09-2001
			BR 9907926 A	28-11-2000
			DE 69900247 D1	04-10-2001
			DE 69900247 T2	18-04-2002
			DK 1051531 T3	07-01-2002
			EP 1051531 A1	15-11-2000
			JP 2002501985 T	22-01-2002
			PL 342058 A1	21-05-2001
			SI 20334 A	28-02-2001
			CZ 20002768 A3	16-01-2002
			ES 2162514 T3	16-12-2001
			WO 9939018 A1	05-08-1999
			PT 1051531 T	28-02-2002
			TR 200002200 T2	21-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/EP 03/09893

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C22C38/00 C22C38/12 C21D7/13

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C22C C21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31. Oktober 1995 (1995-10-31) -& JP 07 157824 A (NIPPON STEEL CORP), 20. Juni 1995 (1995-06-20) Zusammenfassung; Beispiel 8; Tabelle 1 Absätze '0032!', '0033! ---	1-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 11, 28. November 1997 (1997-11-28) -& JP 09 194999 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 29. Juli 1997 (1997-07-29) Zusammenfassung; Beispiel 3; Tabelle 1 Absatz '0046! --- -/--	1-7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/12/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swiatek, R

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 07, 31. August 1995 (1995-08-31) -& JP 07 102340 A (NIPPON STEEL CORP), 18. April 1995 (1995-04-18) Zusammenfassung; Beispiel 8; Tabelle 1 ---	1-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 093 (C-1029), 24. Februar 1993 (1993-02-24) -& JP 04 285118 A (NIPPON STEEL CORP), 9. Oktober 1992 (1992-10-09) Zusammenfassung; Tabelle 1 ---	1,2
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 07, 31. Juli 1996 (1996-07-31) -& JP 08 060236 A (KOBE STEEL LTD;MAZDA MOTOR CORP), 5. März 1996 (1996-03-05) Zusammenfassung; Beispiel 17; Tabelle 1 ---	1
A	EP 0 648 853 A (NIPPON STEEL CORP) 19. April 1995 (1995-04-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-7
A	EP 1 051 531 A (ASCOMETAL SA) 15. November 2000 (2000-11-15) das ganze Dokument -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Patentzeichen

PCT/EP 03/09893

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 07157824	A	20-06-1995	KEINE		
JP 09194999	A	29-07-1997	KEINE		
JP 07102340	A	18-04-1995	JP	3261552 B2	04-03-2002
JP 04285118	A	09-10-1992	KEINE		
JP 08060236	A	05-03-1996	KEINE		
EP 0648853	A	19-04-1995	JP	3139876 B2	05-03-2001
			JP	6287679 A	11-10-1994
			DE	69418565 D1	24-06-1999
			DE	69418565 T2	14-10-1999
			EP	0648853 A1	19-04-1995
			US	5660648 A	26-08-1997
			WO	9423085 A1	13-10-1994
EP 1051531	A	15-11-2000	FR	2774098 A1	30-07-1999
			AT	204924 T	15-09-2001
			BR	9907926 A	28-11-2000
			DE	69900247 D1	04-10-2001
			DE	69900247 T2	18-04-2002
			DK	1051531 T3	07-01-2002
			EP	1051531 A1	15-11-2000
			JP	2002501985 T	22-01-2002
			PL	342058 A1	21-05-2001
			SI	20334 A	28-02-2001
			CZ	20002768 A3	16-01-2002
			ES	2162514 T3	16-12-2001
			WO	9939018 A1	05-08-1999
			PT	1051531 T	28-02-2002
			TR	200002200 T2	21-11-2000